

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN INKUIRI BERBASIS LABORATORIUM VIRTUAL

Chandra Adi Prabowo, Ibrohim, Murni Saptasari
Pendidikan Biologi Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: chandradipra@rocketmail.com

Abstract: The purpose of this research is to develop a virtual laboratory based inquiry instructional module. This module was built following the systematic instructional design process including the steps of analysis, design, development, implementation, and evaluation (ADDIE). The feasibility of the instructional module as a product of the development process refers to expert appraisal and student response as a testing subject. The result of the research showed that virtual laboratory based inquiry instructional module was meet the feasibility standard of instructional material consist of validity, practically, and effectiveness.

Keywords: instructional module, inquiry, virtual laboratory

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran biologi berbasis pendekatan pembelajaran inkuiri yang dilengkapi dengan media simulasi interaktif berupa laboratorium virtual. Modul dikembangkan mengacu pada model penelitian dan pengembangan ADDIE yang meliputi lima tahapan, yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Kelayakan modul hasil pengembangan mengacu pada hasil penilaian ahli, praktisi lapangan, dan respon siswa sebagai subjek uji coba. Hasil penelitian menunjukkan modul yang dikembangkan telah memenuhi standar aspek kelayakan yang meliputi validitas, kepraktisan, dan keefektifan bahan ajar.

Kata kunci: modul pembelajaran, inkuiri, laboratorium virtual

Pendidikan abad 21 bertujuan untuk memberikan bekal kepada siswa sehingga dapat mencapai kesuksesan dalam bidang pendidikan, karir, serta kehidupan (Trilling & Fadel, 2009). Bekal siswa untuk dapat mencapai kesuksesan tersebut salah satunya adalah melalui penguasaan berbagai keterampilan hidup abad 21 yang meliputi berpikir kritis, memecahkan masalah, komunikasi, berpikir kreatif, kolaborasi, serta keterampilan literasi media dan informasi. Metode yang dapat digunakan untuk dapat menanamkan berbagai keterampilan tersebut pada diri siswa khususnya dalam kegiatan pembelajaran di kelas yaitu melalui penerapan pembelajaran yang berorientasi kepada siswa (*student-oriented learning*) (Llewellyn, 2013).

Pembelajaran yang berorientasi kepada siswa memiliki karakteristik melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran (Remziye *et al.*, 2011). Keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan pembelajaran membantu siswa dalam mengembangkan berbagai keterampilan serta membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih bermakna. Kurikulum 2013 telah menerapkan pembelajaran berorientasi kepada siswa melalui pendekatan saintifik. Implementasi pendekatan saintifik dalam kegiatan pembelajaran dapat diwujudkan dalam suatu model pembelajaran. Model pembelajaran berbasis pendekatan saintifik yang dapat diterapkan sesuai dengan Permendikbud nomor 104 tahun 2013 meliputi *discovery learning, project-based learning, problem-based learning* dan *inquiry learning*.

Pembelajaran inkuiri (*inquiry learning*) adalah bagian dari ranah pendekatan pembelajaran induktif. Pembelajaran induktif adalah suatu pembelajaran yang dimulai dari suatu rangkaian proses pengamatan terhadap suatu objek atau permasalahan tertentu, kemudian siswa mempelajari objek atau permasalahan tersebut untuk mendapatkan suatu fakta, prosedur atau konsep yang dibutuhkan (Sproken-Smith, 2007). Pembelajaran inkuiri adalah pembelajaran yang menempatkan pertanyaan, gagasan dan hasil penyelidikan siswa terhadap suatu permasalahan sebagai pengalaman belajar utama (*centre of the learning experience*). Guru berperan aktif dalam proses membiasakan siswa untuk berani mengungkapkan gagasannya, menguji gagasan tersebut kemudian mengomunikasikan hasil penelitiannya (Scardamalia, 2002). Permasalahan yang muncul adalah kegiatan investigasi atau percobaan tidak dapat diterapkan pada semua topik dalam kegiatan pembelajaran, misalnya pada materi yang bersifat abstrak, membutuhkan sumber daya yang besar, atau melibatkan bahan yang berbahaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu media yang mampu melengkapi kegiatan pembelajaran untuk membantu siswa mengaitkannya dengan permasalahan dalam kehidupan (Kubieck, 2005).

Media pembelajaran adalah berbagai alat dan bahan yang digunakan untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai (Holden & Westfall, 2010). Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan praktikum adalah simulasi berbasis komputer (*computer-based simulation*) berupa laboratorium virtual

(Ravichandran & Saravanakumar, 2013). Simulasi berbasis komputer dapat membantu siswa dengan kemampuan penalaran rendah untuk dapat memahami konsep dan prinsip dalam sains yang membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Huppert *et al.*, 2002). Laboratorium virtual berperan sebagai media pembelajaran untuk membantu meningkatkan keterampilan siswa dalam melakukan kegiatan praktikum atau percobaan. Hal ini karena laboratorium virtual dalam konsep kenyataan buatan (*virtual reality*) dapat menciptakan suatu proses interaksi yang menyerupai kondisi sebenarnya (Ong & Mannan, 2004).

Tantangan yang kemudian muncul berupa pemilihan strategi untuk menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri yang dipadukan laboratorium virtual tersebut sehingga dapat menciptakan pembelajaran yang berpusat pada siswa serta melatih pembelajaran mandiri. Salah satu strategi yang dapat digunakan yaitu dengan mengembangkan suatu bahan belajar yang di dalamnya memuat pembelajaran berbasis inkuiri yang dipadukan dengan penggunaan simulasi komputer berupa laboratorium virtual. Modul merupakan salah satu sumber belajar penting yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran biologi. Modul adalah suatu paket pembelajaran yang memuat unit konsep dari bahan pelajaran yang memungkinkan siswa menguasainya secara mandiri (Amri, 2010). Modul bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keefektifan pembelajaran di sekolah baik waktu, dana, fasilitas maupun tenaga (Mulyasa, 2006). Pengembangan modul pembelajaran inkuiri yang dipadukan media laboratorium virtual diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.

METODE

Pengembangan modul menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi lima kegiatan yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Branch & Kopcha, 2014). Peneliti menerapkan model ADDIE untuk memastikan siswa dapat menggunakan modul dan mengikuti pembelajaran secara efektif sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. Tahapan kegiatan pengembangan modul disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Kegiatan Pengembangan

Tahapan	Jenis Kegiatan
<i>Analyze</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis kurikulum • Analisis karakter siswa • Analisis materi • Merumuskan tujuan pembelajaran
<i>Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Merancang materi pembelajaran • Merancang rencana pembelajaran • Merancang perangkat pembelajaran • Merancang <i>prototype</i>
<i>Development</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan produk • Validasi ahli • Uji coba kelompok kecil
<i>Implementation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Uji coba produk pada kondisi yang sebenarnya
<i>Evaluation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi formatif • Evaluasi sumatif

Subjek uji coba produk adalah 10 siswa kelas XI MIA SMA Negeri 4 Sidoarjo untuk uji coba kelompok kecil dan 40 siswa kelas X MIA SMA Negeri 4 Sidoarjo untuk uji coba kelompok besar. Data yang dikumpulkan dalam kegiatan uji coba adalah data hasil angket validasi oleh ahli dan praktisi pembelajaran serta angket respon siswa. Data dianalisis secara deskriptif berdasarkan persentase hasil angket untuk mengetahui kelayakan produk hasil pengembangan berdasarkan hasil validasi oleh ahli dan praktisi pembelajaran serta respon siswa sebagai subjek uji coba.

Teknik analisa yang digunakan adalah untuk mengubah data kuantitatif penelitian menjadi bentuk persentase untuk menguji kelayakan modul yang dikembangkan. Apabila hasil analisis menunjukkan hasil valid maka modul layak untuk digunakan, sedangkan apabila hasilnya tidak valid maka perlu dilakukan revisi lebih lanjut. Persamaan yang digunakan dalam analisis data penelitian sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase

$\sum x$ = Jumlah jawaban responden dalam 1 item

$\sum xi$ = Jumlah skor ideal dalam item

100% = Konstanta (Arikunto, 1997:146)

Kriteria kevalidan data angket penilaian dari validator kemudian dianalisis berdasarkan tabel kriteria penilaian pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kevalidan Angket Penilaian Validator

Skala Nilai (%)	Keterangan
85,94 – 100	Valid (Tidak Revisi)
67,18 – 85,93	Cukup Valid (Tidak Revisi)
48,55 – 67,17	Kurang Valid (Revisi)
25 – 48,43	Tidak Valid (Revisi)

Dikutip dari (Arikunto, 1997:147)

HASIL

Data yang diperoleh dari penelitian dan pengembangan ini terdiri atas data kuantitatif dan kualitatif yang saling mendukung. Data kuantitatif dalam penelitian dan pengembangan ini meliputi hasil capaian angket validasi serta respon siswa yang dikumpulkan dari kegiatan validasi ahli dan uji coba produk. Data kualitatif dalam penelitian dan pengembangan ini berupa saran atau tanggapan dari validator pada kegiatan validasi produk serta respon siswa berdasarkan hasil kegiatan uji coba produk.

Data Hasil Validasi Ahli

Validasi ahli bertujuan untuk mengetahui kevalidan dan kelayakan produk yang dihasilkan berdasarkan pendapat para ahli. Hasil kegiatan validasi dijadikan dasar perbaikan / revisi sebelum produk diuji coba. Kegiatan validasi melibatkan tiga ahli yaitu ahli materi, ahli desain pembelajaran, dan praktisi pembelajaran.

a. Hasil validasi ahli materi

Ahli materi yang memvalidasi produk hasil penelitian ini yaitu Dr. Istamar Syamsuri, M.Pd yang merupakan tenaga pengajar di Universitas Negeri Malang pada bidang ekologi dan lingkungan. Aspek yang divalidasi meliputi aspek organisasi, cakupan, serta ketepatan dan kekinian materi yang disajikan pada modul. Hasil validasi oleh ahli materi diperoleh rerata total 96% dengan kriteria valid tanpa revisi. Data hasil kegiatan validasi oleh ahli materi secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Materi oleh Ahli Materi

Aspek	Pencapaian (%)	Kategori
Organisasi materi	94,2%	Valid
Ruang lingkup materi	93,3%	Valid
Akurasi Materi	100%	Valid

Hasil analisis angket validasi materi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa secara keseluruhan aspek materi pada modul telah dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Materi yang disajikan pada modul telah terorganisasi dengan baik, memiliki ruang lingkup materi yang sesuai dan terkini untuk siswa jenjang sekolah menengah atas. Saran yang diberikan oleh validator adalah terkait dengan kesesuaian gambar ilustrasi dengan kondisi lingkungan siswa, penggunaan beberapa istilah yang kurang tepat, kesesuaian tujuan pembelajaran dengan kompetensi dasar, variabel dalam kegiatan percobaan pada lembar kerja siswa, dan petunjuk penggunaan yang belum operasional.

b. Hasil validasi ahli bahan ajar

Ahli bahan ajar yang memvalidasi produk penelitian ini, yaitu Prof. Dr. Punaji Setyosari, M.Pd, M.Ed yang merupakan koordinator program studi sekaligus tenaga pengajar/dosen pada program studi teknologi pembelajaran pascasarjana Universitas Negeri Malang. Aspek yang divalidasi meliputi kesesuaian tampilan modul dan media laboratorium virtual yang terintegrasi pada modul. Hasil validasi oleh ahli desain pembelajaran diperoleh rerata total 74 % untuk tampilan modul dan 98,3 % untuk

media laboratorium virtual. dengan kriteria cukup valid tanpa revisi. Hasil kegiatan validasi tampilan modul dan media laboratorium virtual oleh ahli bahan ajar disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Validasi Tampilan Modul oleh Ahli Bahan Ajar

Aspek	Pencapaian (%)	Kategori
• Format dan tata letak	75	Cukup Valid
• Organisasi	70	Cukup Valid
• Daya tarik	75	Cukup Valid
• Penggunaan huruf dan kebahasaan	80	Cukup Valid

Tabel 5. Hasil Validasi Tampilan Modul oleh Ahli Bahan Ajar

Aspek	Pencapaian (%)	Kategori
• Rekayasa perangkat lunak	100	Valid
• Desain pembelajaran	80	Cukup Valid
• Komunikasi visual	100	Valid

Hasil analisis capaian angket validasi tampilan modul pada Tabel 4 menunjukkan bahwa secara keseluruhan tampilan modul dinyatakan telah cukup valid dengan beberapa saran perbaikan. Saran yang diberikan oleh validator adalah terkait dengan tampilan sampul, konsistensi ukuran gambar, dan kontras warna antara teks dengan latar belakang. Hasil analisis capaian angket validasi media pada Tabel 5 menunjukkan bahwa secara keseluruhan media laboratorium virtual dinyatakan telah cukup valid dan dapat diuji coba dalam pembelajaran. Saran yang diberikan oleh validator adalah terkait petunjuk penggunaan media.

c. Hasil Validasi Praktisi Pembelajaran

Praktisi pembelajaran yang memvalidasi produk hasil penelitian dan pengembangan yaitu Kushariyati, S.Pd yang merupakan guru biologi di SMA Negeri 4 Sidoarjo. Aspek yang divalidasi meliputi kesesuaian aspek modul yang dikembangkan. Hasil validasi oleh praktisi pembelajaran diperoleh rerata total 95 % dengan kriteria valid tanpa revisi. Hasil kegiatan validasi oleh praktisi pembelajaran disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Modul oleh Praktisi Pembelajaran

Aspek	Pencapaian (%)	Kategori
• <i>Self Instruction</i>	100	Valid
• Self Contained	80	Cukup Valid
• Stand Alone	100	Valid
• Adaptif	100	Valid

Hasil analisis capaian angket validasi oleh praktisi pembelajaran pada Tabel 6 menunjukkan bahwa secara keseluruhan modul telah valid dan layak untuk diuji coba. Beberapa saran yang diberikan oleh validator adalah terkait dengan rangkuman sebaiknya dilengkapi karena masih terdapat beberapa konsep penting pada uraian materi yang belum dicantumkan, beberapa gambar ilustrasi perlu untuk direvisi dan diganti dengan ilustrasi yang bersifat gambar fakta untuk memperkuat materi / konsep yang dijelaskan, perlu dipikirkan teknis/penerapan media laboratorium virtual karena tidak semua siswa dapat membawa laptop ke sekolah.

Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil dilaksanakan dengan membagikan produk pada 10 siswa kelas XI MIA yang telah mengikuti pembelajaran pada materi perubahan lingkungan. Sepuluh siswa tersebut diminta untuk mengisi angket yang disediakan untuk mengetahui respon siswa terkait modul yang dikembangkan. Angket uji coba kelompok kecil adalah berupa angket respon siswa yang terdiri atas beberapa aspek yang meliputi aspek materi, tampilan, dan media yang disajikan pada modul. Hasil angket respon siswa uji coba kelompok kecil diperoleh rerata total 78,54% dengan kriteria cukup valid tanpa revisi Hasil angket respon siswa pada uji coba kelompok kecil disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Angket Respon Siswa Kelompok Kecil

Aspek	Pencapaian (%)	Kategori
• <i>Self Instruction</i>	80	Cukup Valid
• Self Contained	74	Cukup Valid
• Stand Alone	82	Cukup Valid
• Adaptif	74,7	Cukup Valid
• Tampilan	78,3	Cukup Valid

Hasil analisis capaian setiap butir indikator pada angket respon siswa uji coba kelompok kecil pada Tabel 7 menunjukkan bahwa secara keseluruhan modul telah memenuhi kriteria yang diharapkan ditinjau dari aspek dan tampilan modul. Saran yang diberikan oleh siswa pada uji coba kelompok kecil antara lain terkait tampilan modul dan kelengkapan pembahasan materi.

Data Hasil Uji Coba Kelompok Besar

Uji coba kelompok besar dilaksanakan dengan mengaplikasikan produk pada kegiatan pembelajaran. Subjek penelitian dalam kegiatan uji coba kelompok besar diminta untuk mengisi angket respon siswa yang disediakan setelah mengikuti pembelajaran. Hasil perhitungan angket respon siswa kelompok besar diperoleh rerata total 80,02% dengan kriteria cukup valid tanpa revisi. Hasil angket respon siswa pada uji coba kelompok besar disajikan pada Tabel 8.

Hasil analisis capaian setiap butir indikator pada angket respon siswa uji coba kelompok besar pada Tabel 8 menunjukkan bahwa secara keseluruhan modul telah memenuhi kriteria yang diharapkan secara materi, tampilan serta media yang digunakan. Seluruh siswa sebagai subjek uji coba menyatakan bahwa modul telah baik dan tidak terdapat saran untuk perbaikan.

Tabel 8. Hasil Angket Respon Siswa Kelompok Besar

Aspek	Pencapaian (%)	Kategori
• <i>Self Instruction</i>	79,6	Cukup Valid
• Self Contained	82,5	Cukup Valid
• Stand Alone	80	Cukup Valid
• Adaptif	79,5	Cukup Valid
• Tampilan	80,4	Cukup Valid

PEMBAHASAN

Kelayakan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia yaitu kepatutan, kepatutan, atau suatu hal yang pantas untuk dikerjakan (Depdiknas, 2008). Kajian mengenai kelayakan produk hasil pengembangan yang berupa modul pembelajaran perlu dilakukan untuk dapat menilai keberhasilan kegiatan pengembangan. Kelayakan produk hasil kegiatan penelitian dan pengembangan dapat ditentukan oleh tiga kriteria yaitu kevalidan (validity), kepraktisan (practically), dan keefektifan (effectiveness) (Akker, et al., 1999). Kajian kelayakan modul hasil pengembangan didasarkan pada hasil angket kelayakan modul oleh tiga ahli yaitu ahli materi, ahli bahan ajar, dan praktisi pembelajaran serta hasil uji coba produk.

Kevalidan (Validity)

Kevalidan modul hasil pengembangan yang dikaji dalam penelitian ini meliputi validitas isi berupa kesesuaian antara konsep yang disajikan dengan konsep dan teori serta validitas konstruk yaitu kesesuaian transformasi atau terjemahan konsep dan teori menjadi suatu bentuk yang operasional (Drost, 2011). Validitas suatu produk hasil pengembangan dapat ditentukan berdasarkan hasil kegiatan validasi (Azwar, 2014). Jenis validasi meliputi validasi isi dan konstruk materi oleh ahli materi serta validasi tampilan modul dan media pembelajaran oleh ahli bahan ajar.

Materi adalah salah satu komponen utama dalam suatu bahan ajar khususnya modul. Materi berupa konsep dan prinsip pada suatu bahan ajar adalah modal penting bagi siswa untuk membangun pengetahuan atau keterampilan berdasarkan konsep atau prinsip yang dikolaborasikan dengan aktivitas pembelajaran (Hausfather, 2001). Validasi modul oleh ahli materi meliputi beberapa aspek materi pada modul menurut Dikmenjur (2008) yaitu organisasi, ruang lingkup, serta akurasi materi.

Organisasi materi adalah urutan materi atau konsep yang disajikan pada modul sesuai dengan kaidah keilmuan serta pola berpikir yang sistematis (Galvin & O'Neill, 2013). Materi pada modul yang dikembangkan dinyatakan valid karena telah memenuhi kriteria organisasi materi bahan ajar. Materi atau konsep pada bahan ajar dapat disampaikan melalui teks, gambar, tabel, atau urutan sesuai dengan jenis informasi yang disajikan (Pashler, et al., 2007). Materi pada modul hasil pengembangan

disajikan melalui teks yang diperjelas dengan gambar atau ilustrasi menarik agar mudah dipahami. Beberapa jenis informasi atau konsep misalnya konsep berbagai jenis polutan udara disajikan dalam bentuk tabel sehingga memudahkan pengguna atau siswa dalam menyerap informasi atau konsep tersebut.

Ruang lingkup materi adalah keseluruhan konsep atau materi yang disajikan pada bahan ajar yang dapat dikaji berdasarkan keluasan dan kedalaman materi (Retnowati, 2006). Keluasan ruang lingkup materi menggambarkan jumlah materi atau konsep yang disajikan pada bahan ajar. Kedalaman materi menyangkut seberapa detail konsep yang terkandung dalam bahan ajar yang harus dikuasai atau dipelajari oleh siswa (Depdiknas, 2006). Aspek ruang lingkup materi pada modul dinyatakan telah valid oleh validator karena secara keseluruhan materi yang disajikan telah mengacu pada Permendikbud No. 64 Tahun 2013 tentang standar isi kurikulum 2013 yang meliputi empat kompetensi dasar yaitu sikap spiritual, sikap ilmiah, kognitif, dan keterampilan.

Akurasi materi meliputi ketepatan serta kesesuaian materi yang disajikan dengan perkembangan keilmuan. Akurasi materi modul hasil pengembangan dinyatakan valid setelah melalui beberapa revisi dengan ahli materi. Revisi dengan validator dilakukan untuk menyesuaikan materi yang disajikan dengan konsep yang benar. Hal tersebut sesuai dengan Williamson, et al (2004) yang menyatakan bahwa validitas instrumen maupun produk hasil pengembangan dapat dihasilkan melalui konsultasi dengan ahli atau Subject Matter Experts (SME).

Validasi tampilan modul dilakukan oleh ahli bahan ajar untuk mengetahui kelayakan tampilan modul. Tampilan bahan ajar berperan untuk meningkatkan motivasi siswa dalam mempelajari materi serta menghindari rasa bosan pada modul yang disajikan (Kurniawati, 2012). Validasi tampilan modul meliputi empat aspek yaitu format dan tata letak, sistematika, daya tarik, dan kebahasaan.

Modul yang dikembangkan dinyatakan telah valid dan layak. Hal tersebut karena modul yang dikembangkan telah memenuhi beberapa komponen tampilan modul yang interaktif. Beberapa komponen tersebut meliputi tersedianya tujuan pembelajaran yang spesifik dan disesuaikan dengan standar kompetensi kurikulum, presentasi menggunakan desain yang sederhana dan menggunakan latar belakang yang kontras dengan teks sehingga mudah dibaca, terdapat daftar isi untuk memudahkan pengguna menemukan halaman yang dicari, terdapat tanda atau icon khusus pada setiap bagian modul, serta telah dikonsultasikan dengan ahli maupun praktisi pembelajaran.

Media yang dikembangkan bersama dengan modul yaitu berupa perangkat lunak simulasi kegiatan percobaan interaktif berbasis flash berupa laboratorium virtual. Validasi media meliputi beberapa aspek dan kriteria penilaian media pembelajaran menurut Wahono (2006) yang meliputi aspek rekayasa perangkat lunak, desain pembelajaran, dan komunikasi visual.

Media pembelajaran yang baik menurut Onasanya (2004) adalah media yang dapat digunakan secara mudah pada lingkungan pengguna sehingga umumnya tidak semua lingkungan pembelajaran dapat menggunakan jenis media yang sama. Wahono (2006) menyatakan bahwa media pembelajaran yang baik adalah yang memenuhi parameter disiplin ilmu rekayasa perangkat lunak yang meliputi yaitu realibilitas dan usabilitas. Hasil uji coba media menunjukkan media telah dapat digunakan dan berjalan dengan baik sesuai dengan petunjuk pemakaian.

Aspek desain pembelajaran meliputi kesesuaian media dengan rancangan pembelajaran di kelas. Media pembelajaran yang sesuai dengan rancangan pembelajaran memiliki beberapa karakteristik seperti mendukung kemandirian belajar, ketersediaan evaluasi, dan sesuai dengan kebutuhan siswa (PEI Departement of Education, 2008). Media laboratorium virtual dinyatakan valid pada aspek desain pembelajaran karena telah memenuhi kriteria materi maupun kemudahan penggunaan dalam pembelajaran. Media telah disesuaikan dengan kondisi sekolah melalui kegiatan analisis kebutuhan di SMA Negeri 4 Sidoarjo. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekolah tersebut telah dilengkapi dengan berbagai sarana teknologi informasi yang memadai dan karakteristik siswanya yang telah terbiasa menggunakan teknologi dalam kegiatan pembelajaran sehingga media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan media pembelajaran. Berdasarkan hasil kajian validasi yang telah dilakukan maka modul serta media laboratorium virtual telah dinyatakan valid dan layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Kepraktisan (*Practically*)

Akker, et al. (1999) menyatakan bahwa salah satu tujuan penelitian pengembangan adalah untuk memberikan kontribusi ilmiah dan kepraktisan produk yang dihasilkan. Tingkat kepraktisan suatu bahan ajar dapat diukur berdasarkan kemudahan pemakaian dalam kegiatan pembelajaran berdasarkan tujuan pengembangan (Nieven, et al., 2006). Berdasarkan definisi tersebut penilaian kepraktisan modul dilakukan oleh guru yang mengampu mata pelajaran biologi di sekolah sebagai praktisi yang mengetahui kondisi pembelajaran di kelas.

Hasil kegiatan validasi oleh praktisi pembelajaran sekaligus guru biologi di sekolah didapatkan hasil bahwa modul telah memenuhi keempat aspek modul menurut Dikmenjur (2006) yaitu self instruction, self contained, stand alone, dan adaptif. Modul dikembangkan sesuai dengan standar isi kurikulum 2013 pada Permendikbud No. 64 Tahun 2013 sehingga memenuhi kriteria pembelajaran di kelas. Hasil tersebut didukung dengan uji coba keterlaksanaan juga menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan modul dapat terlaksana dengan baik.

Efektivitas (*Effectivity*)

Efektivitas pembelajaran adalah berkenaan dengan jalan, upaya, teknik, dan strategi yang digunakan dalam mencapai tujuan secara optimal, tepat, dan cepat (Sudjana, 1990:50). Berdasarkan definisi tersebut efektivitas modul yang dikembangkan terkait dengan tujuan pengembangan modul yaitu terkait peningkatan kualitas pembelajaran dan menyelesaikan permasalahan di kelas. Kajian mengenai peningkatan kualitas pembelajaran didasarkan pada hasil angket respon siswa sebagai subjek uji coba sedangkan kajian terkait permasalahan di kelas akan dibahas pada bagian kesesuaian modul dengan tujuan pengembangan.

Efektivitas modul hasil pengembangan diketahui melalui umpan balik pada angket respon siswa. Hasil analisis data menunjukkan modul hasil pengembangan telah efektif diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Efektivitas suatu pembelajaran dipengaruhi oleh empat faktor utama yang dikenal dengan “*four aces of effective teaching*” yaitu tujuan (*outcomes*), kejelasan (*clarity*), keterlibatan (*engagement*), dan antusiasme (*enthusiasm*) (Walls, 1999).

Kegiatan pembelajaran pada modul diawali dengan sajian tujuan pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar yang diharapkan sehingga siswa mengetahui arah pembelajaran dan target yang harus dicapai. Kajian materi pada modul disajikan secara sederhana, disertai gambar ilustrasi dan contoh permasalahan yang dekat dengan lingkungan siswa. Bulger, et al. (2002) menyatakan bahwa metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kejelasan pada pembelajaran adalah melalui penyampaian materi sesederhana mungkin sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik dan mengaitkannya dengan pengetahuan yang siswa ketahui. Lembar kerja siswa pada modul dirancang agar siswa terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dari menganalisis permasalahan, merancang percobaan hingga mempresentasikannya. Keterlibatan siswa secara aktif dalam kegiatan pembelajaran adalah salah satu cara meningkatkan antusiasme yang mendorong tercapainya tujuan pembelajaran (Jablon & Wilkinson, 2006).

Hasil analisis efektivitas modul menunjukkan bahwa modul telah layak dan efektif dalam menunjang kegiatan pembelajaran, khususnya pada materi perubahan lingkungan sehingga siswa merasa senang dan mudah memahami materi pembelajaran menggunakan modul yang dikembangkan. Kajian selanjutnya yaitu terkait dengan kesesuaian modul dengan tujuan pengembangan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Modul pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium virtual yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan bahan ajar yang meliputi validitas, kepraktisan, dan keefektifan berdasarkan hasil kegiatan validasi oleh ahli, praktisi pembelajaran dan hasil uji coba kelompok kecil maupun kelompok besar.

Saran

Modul pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium virtual hasil pengembangan sebaiknya disebarluaskan dan dimanfaatkan dalam pembelajaran khususnya pada lingkungan kelas yang telah terbiasa menggunakan alat bantu komputer dalam kegiatan pembelajaran. Guru sebaiknya melibatkan siswa secara aktif dalam mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam pembelajaran. Alokasi waktu untuk percobaan menggunakan modul ini membutuhkan waktu minimum 60 menit karena membutuhkan perencanaan oleh siswa serta persiapan percobaan yang dilakukan secara mandiri.

Modul sebaiknya dicetak berwarna agar gambar ilustrasi dapat lebih mudah dipahami karena berperan untuk menguatkan materi yang disajikan. Ukuran cetak ideal untuk modul yang dikembangkan adalah ukuran kertas B5 agar mendapatkan ukuran teks yang mudah dibaca. Media laboratorium virtual dapat disebarluaskan pada seluruh siswa sebelum pembelajaran untuk memudahkan siswa melakukan instalasi pada komputer/laptop/telepon pintar.

DAFTAR RUJUKAN

- Akker, J. J. H. van den, Branch, R., Gustafson, K., Nieveen, N.M. & Plomp, T. 1999. *Design approaches and tools in education and training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Amri, S. K. 2010. *Konstruksi Pengembangan Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Azwar, S. 2014. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bulger, Sean. M., Mohr, Derek. J., Walls, Richard. T. 2002. Stack the Deck in Favor of Your Students by Using the Four Aces of Effective Teaching. *Journal of Effective Teaching*, 5(2). <http://uncw.edu/cte/et/articles/bulger/> (Online), diakses 9 Juni 2016.
- Depdiknas. 2006. *Pedoman Memilih dan Menyusun Bahan Ajar*. Jakarta.
- Depdiknas. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Bahasa.
- Dikmenjur. 2008. *Teknik Penyusunan Modul*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Drost, E. A. 2011. Validity and Reliability in Social Science Research. *Education Research and Perspectives*, 38(1): 105—123.
- Galvin, Aine., & O'Neill. 2013. *Guidelines for Good Practice in Designing a Blended Module in Blackboard*. <http://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLE0061.pdf> (Online), diakses pada 7 Juni 2016

- Hausfather, S. 2001. Where's the Content? The Role of Content in Constructivist Teacher Education. *Educational Horizons*, 80 (1), 15—19
- Holden, Jolly. T., Westfall, Philip. J. *An Instructional Media Selection Guide for Distance Learning*. NY:USA: United States Distance Learning Association.
- Huppert, J., Lornask, S. M., & Lazarowitz, R. 2002. Computer Simulation in The High School: Students Cognitive Stages, Science Process Skills and Academic Achievement in Microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- Jablon, J. R., & Wilkinson, Michael. 2006. Using Engagement Strategies to Facilitate Children's Learning and Success. *Young Children on the Web*. <https://www.naeyc.org/files/yc/file/200603/JablonBTJ.pdf> (Online), diakses 9 Juni 2016.
- Kubieck, J. P. 2005. Inquiry-based learning, the nature of science, and computer technology: New possibilities in science education. *Canadian Journal of Learning and Technology*. 31(1), (Online), (<http://cjlt.csj.ualberta.ca/index.php/cjlt/article/view/149/142>), diakses 14 Juni 2016.
- Kurniawati, I. 2012. *Modul Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Pusat Teknologi Informasi & Komunikasi Pendidikan Kemdikbud
- Llewellyn, D. 2013. *Teaching High School Science Through Inquiry and Argumentation Second Edition*. California: Corwin.
- Mulyasa, E. 2006. *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Nieveen, N., McKenney, S., & Akker, J. van den. 2006. Educational design research: The value of variety. Dalam J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, and N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 151—158). London: Routledge.
- Onasanya, S. A. 2004. Selection and Utilization of Instructional Media For Effective Practice Teaching. *Institute Journal of Studies in Education*, 2(1), 127—133
- Ong, S. K., & Mannan, M. A. 2004. Virtual reality simulations and animations in a web-based interactive manufacturing engineering module. *Computers & Education*, 43(4), 361—382.
- Pashler, Harold., Bain, Patrice. M., Bottge, Brian. M., 2007. *Organizing Instruction and Study to Improve Student Learning*. <http://ncer.ed.gov/> (online). diakses 7 Juni 2016
- PEI Department of Education. 2008. *Evaluation and Selection of Learning Resources*. Charlottetown: Prince Edward Island
- Permendikbud Nomor 64 Tahun 2013 tentang standar isi kurikulum 2013
- Permendikbud nomor 104 tahun 2013 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Ravichandran, T., Sravanakumar, A. R. 2013. Enhancing Biological Sciences Laboratory Experimental Skills Through Virtual Laboratory Techniques. *Indian Journal of Research*. 2 (4), 70—72.
- Retnowati, T. H. 2006. Penyusunan Materi Pembelajaran Mata Pelajaran Seni Rupa Berdasar Kurikulum Berbasis Kompetensi Sekolah Menengah Pertama. *Makalah disampaikan pada Workshop Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Kompetensi Bagi Guru Kesenian Sekolah Menengah Pertama*. Yogyakarta: UNY
- Remziye, Yeter, Sevgül, Zehra, & Meral. 2011. The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5, 1.
- Scardamalia, M. 2002. Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith, *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67—98). Chicago, IL: Open Court.
- Sproken-Smith, R. 2007. Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. (online). (<http://akoatearoa.ac.nz/sites/default/files/u14/Review.pdf>) diakses pada 14 Juni 2016.
- Sudjana, N. 1990. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Trilling, Bernie., Fadel, Charles., 2009. *21st Century Skills*. San Francisco: John Willey & Sons, Inc.
- Wahono, R. S. 2006. Artikel: *Aspek dan Kriteria Penilaian Media Pembelajaran*. (<http://romisatriawahono.net/2006/06/21/aspek-dan-kriteria-penilaianmedia-pembelajaran/>), diakses 3 Januari 2016.
- Walls, R.T. 1999. *Psychological foundations of learning*. Morgantown, WV: WVU International Center for Disability Information
- Williamson, David. M., Bejar, Isaac. I., & Sax, Anne., 2004. *Automated Tools for Subject Matter Expert Evaluation of Automated Scoring*. Princeton: ETS